

정상교합자의 치열궁과 기저골 형태에 대한 3차원적 연구

김지태^a · 이진우^b

본 연구는 정상교합자의 치열궁과 기저골 형태를 파악하기 위해 시행하였다. 정상교합자 27명(남-15명: 25Y 10M ± 4Y 4M/여-12명: 26Y 1M ± 7Y 4M)을 대상으로 두개골의 전산화 단층촬영을 시행하고 입체영상을 제작한 뒤, 상악 중절치의 FA point의 중점을 원점으로 하는 3차원 좌표계를 형성하였다. 또한 상악 교합평면과 평행한 면으로 절단하여 상하악의 치열궁과 기저골의 형태에 대해 분석하였다. 상하악기저골은 A point, B point 부위와 양측 제1대구치 부위의 좌표에서 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않았다. 또한 상하악의 치열궁은 기저골악궁에 비해 전치부에서 순측으로 위치하였다. 또한 치열궁과 기저골악궁의 협설측 교차는 상악은 대구치 부위에서, 하악은 소구치 부위에서 이루어졌다. (대치교정지 2011;41(4):224-236)

주요 단어: 치열궁, 기저골, 전산화 단층촬영

서론

Proffit 등¹은 치아들이 기저골 안에서 정교한 교합을 형성하고, 그 교합을 안정성 있게 유지하는 것이 현대 교정학의 목적이라고 하였다. 이러한 목적을 성공적으로 달성하고 적절한 교합상태를 지속적으로 유지하기 위해서 치열궁과 기저골 사이에 조화가 중요하며, 이러한 조화가 깨어질 때 부정교합이 발생하게 된다. 부정교합은 대부분 충분하지 않거나 변형된 기저골에 의해서 발생되며 적절한 교정치료를 통해 치아들이 치열궁과 기저골 사이의 조화가 유지되는 범위 안에 위치하게 되면 안정적인 교합이 형성될 수 있다.

치료결과를 안정성 있게 유지하기 위해서는 정교한 교합과 근육과의 균형을 재창조해야 하고, 적절한 치아 경사도를 가져야 하며,^{2,3} 기저골과 조화를 이루는 범위 안에서 치아를 이동시켜야 한다.⁴ 즉 환자의 기저골의 형태와 조화를 이룬 치열궁을 재창조하는 것이 안정된 교합을 형성하기 위해서 필

수적이라 할 것이다. 이때 기저골이 수용할 수 있는 범위를 넘어선 치아이동은 치근흡수, 치조골 손상으로 인한 치은 퇴축을 야기할 수 있으며,⁵ 교정치료 후 치료결과와 안정성이 낮아지는 원인을 제공하게 된다.⁶ 그러므로 성공적인 치료와 안정적인 유지를 위해서 기저골과 치열궁의 크기와 형태를 이해하는 것이 중요하다.

많은 학자들이 기저골과 치열궁의 특성에 대한 중요성을 인식하고 연구하였다. Tweed⁷는 기저골과 전치관계를 조사하기 위해 석고모형의 단면을 사용했고, Sergl 등⁸은 특별히 고안된 gnathography를 사용하여 상하악기저골을 측정하였으며, Ahn과 Cha⁹는 석고모형과 특수한 인화지를 이용하여 III급 부정교합자의 악궁과 치열궁의 형태를 연구하였다. 최근에는 컴퓨터 관련 기술의 발달로 석고 모형을 scanning하여 3차원적으로 관찰하는 방법을 사용하여 정확성과 편리성이 많이 증가되었다. 하지만 모형의 scanning은 표면의 형태만을 파악할 수 있고, 기저골과 치근의 형태를 함께 관찰할 수 없는 단점이 있다.¹⁰ Park과 Lee¹¹는 전산화 단층촬영 영상을 이용하여 골격구조와 치열궁에 대해 연구하였다.

골격과 치열궁의 형태를 진단하기 위해 주로 치아 모형, 안모와 구강 내 사진, 그리고 두정부 및 치아의 방사선사진 등이 사용되었다. 측모 두부 방사선사진은 3차원 구조물을 2차원 평면으로 옮기는 과정에서 구조물들의 중첩과 확대율의 차이에 의한

^a대학원생, ^b교수, 단국대학교 치과대학부속 치과병원 교정학교실.

교신저자: 이진우.

충남 천안시 신부동 산 7-1 단국대학교 치과대학부속 치과병원 교정학교실.
041-550-1945; e-mail, dong-guriguri@hanmail.net.

원고접수일: 2009년 9월 21일 / 원고최종수정일: 2011년 1월 25일 /

원고채택일: 2011년 1월 26일.

http://dx.doi.org/10.4041/kjod.2011.41.4.224

조사오차와 측정자가 측정점을 다르게 설정하는 것
으로부터 생기는 동일화 오차¹²로 인하여 정확도가
떨어진다. 이러한 현상들을 보완하기 위한 노력¹³에
도 불구하고 환자를 정중 시상면에 재현성있게 위
치시키는 것이 어렵고 좌우 대칭이라는 가정 하에
분석하기 때문에 심한 얼굴 비대칭이 있는 경우에
는 사용이 불가능하다는 의견이 있다.¹⁴ 이에 반해
전산화 단층촬영 영상은 기존의 진단법에 비하여
정확하고 편리할 뿐 아니라 악안면 전체를 함께 관
찰할 수 있는 장점이 있다. Cavalcanti 등¹⁵은 cada-
ver 두개골을 전산화 단층촬영 후 실제 계측치와의
오차가 2 mm 이내라고 발표했고, Jeon 등¹⁴은 전산
화 단층촬영영상 계측 시 관찰자 내 차이와 관찰자
간 차이를 연구한 결과 몇몇 봉합선을 제외하고는
그 오차가 2 mm 이내라고 주장했다. 또한 전산화
단층촬영에 의한 3차원 영상은 좌우를 따로 분리할
수 있고, 입체적인 영상 회전을 통해 좀 더 정확하
게 계측점을 찾을 수 있을 뿐만 아니라, 부위에 따
른 확대율 차이가 없으며 상의 외측을 제거하여 심
부구조를 관찰할 수도 있고 조직의 밀도에 따라 기
도, 근육, 뼈, 피부 등을 독립적으로 관찰할 수 있
다.¹⁶⁻¹⁸ 이에 골격구조, 치열궁을 관찰하기엔 탁월한
영상이라 할 수 있다. 하지만 이런 전산화 단층촬영
을 이용하여 치열궁과 기저골형태를 관찰한 연구는
거의 없었으며, 대부분의 치열궁에 대한 3차원적 평
가도 견치간폭경이나 구개부 높이 등을 측정하는데
그쳤다.^{10,16} 또한 Park과 Lee¹¹의 연구에서도 전산화
단층촬영을 이용하여 III급 환자와 정상교합자의 상
하악기저골의 횡적인 관계를 평가하였으나 상하악
골 사이의 관계를 밝히지는 못한 한계점이 있었다.
따라서 본 연구에서는 전산화 단층촬영영상과 3차
원 좌표계를 이용하여 정상교합자의 기저골, 치열
궁 형태를 파악하고, 이들의 상호관계를 알아보고
자 하였으며, 향후 부정교합자의 교정진단 및 치료
에서 기저골과 치열의 관계를 수립하는데 도움을
주고자 하였다.

연구방법

연구대상

본 연구는 교정치료나 교합에 영향을 줄 수 있는
보철치료의 병력이 없고 다음의 조건을 만족하는
피실험자를 모집하였으며, 27명(남 15명, 여 12명)
을 대상으로 시행하였다.

1. I급 구치 및 견치 교합관계
2. 전치아가 존재
3. 2 - 4 mm의 overjet과 overbite
4. 3 mm 이내의 총생
5. 2 mm 이내의 정중선 변이
6. 3명의 교정의가 양호한 안모로 판단한 경우

피험자들에 대해서는 모두 안모사진과 측모 두부
계측 방사선 사진을 통해 심한 골격적인 비대칭이
나 선천적인 결손이 없는 일반인을 대상으로 하였
으며, 치열궁과 기저골의 관계에 대한 연구이기 때
문에, 측모 두부계측 방사선 사진의 분석치로 피험
자를 구별하지 않았으며 골격상 미약한 Class III나
Class II 경향을 가지는 피험자라 하더라도 치열의
보상작용이 잘 이루어져 상기 조건들을 만족시킨다
면 배제하지 않았다.

연구대상의 연령은 남자군은 평균 25세 10개월 \pm
4년 4개월이었고, 여자군은 평균 26세 1개월 \pm 7년
4개월이었다. 단국대학교 임상시험 윤리위원회 IRB
(No. H0810-001-001) 인증을 받고, 이 기준에 의한
동의서를 실험대상에게 받은 후 연구를 시행하였
다.

연구방법

전산화 단층촬영

연구 대상자를 눕혀 Frankfort horizontal plane (FH
평면)이 바닥에 수직이 되도록 한 뒤, 전산화 단층
촬영장치 Somatom Emotion 6 (Siemens AG, Munich,
Germany)을 이용하여 상하악골이 포함되도록 두개
악안면 부위의 촬영을 시행하였다. 촬영조건은 gan-
try의 각도 0도, 110 kV, 45 mA였으며, 1.25 mm
thickness, slice pitch 1, scanning time 30.87초, 시야
(field of view)는 250 mm였다. 이후 1.25 mm의 slice
thickness DICOM (Digital Imaging and Communication
in Medicine) 영상정보를 구성하였다.

3차원 입체영상 제작

전산화 단층촬영으로 얻은 DICOM 영상정보를
개인용 컴퓨터로 옮긴 후 3차원 영상프로그램
(Mimics 10.01, Materialise, Leuven, Belgium)을 이용
하여 3차원 입체영상을 제작하였다. Mimics 프로그
램은 원래의 횡단상을 응용하여 종단상과 정면상
등 세 가지 상을 읽어내며, CT상에서 gray scale을

표현하는 수치인 HU (hounsfield unit)을 bone을 나타내는 수치인 226 - 3,071으로 맞추어 전체적인 골격을 불러들이는 작업을 시행하였다. 3차원 재구성 (3-dimensional surface rendering)은 각 픽셀단위를 연속적인 삼각형으로 이루어진 표면으로 형성시켜 이루어졌다.

3차원 좌표계 설정

3차원으로 재구성된 입체영상에서 기준점을 설정한 뒤 (Table 1) 상악 중절치 FA point의 중점을 원점으로 하는 3차원 좌표계를 설정하였다. 기준평면은 좌우 상악 제1대구치의 FA point와 #11, 21의 FA point의 중점을 연결하여 상악 교합평면(XY

Table 1. Landmarks for 3D coordinate system

Landmark	Definition
A point	The point at the deepest midline concavity on the maxilla between the anterior nasal spine and prosthion
ANS	The tip of the bony anterior nasal spine in the median plane
PNS	The medial end of the posterior border of the horizontal plate of palatine bone
B point	The point at the deepest midline concavity on the mandibular symphysis between infradentale and pogonion
FA point	The point on the facial axis which separates the gingival half of the clinical crown from the occlusal half
Crown center	Incisor: The mid-point of the incisal edge Canine: The cusp tip of the canine Premolar and molar: The midpoint of the crown at the proximal contact point level
Root center	Single root teeth: Root apex Multiple root teeth: The midpoint of the apical third of the root in three cross-sectional images

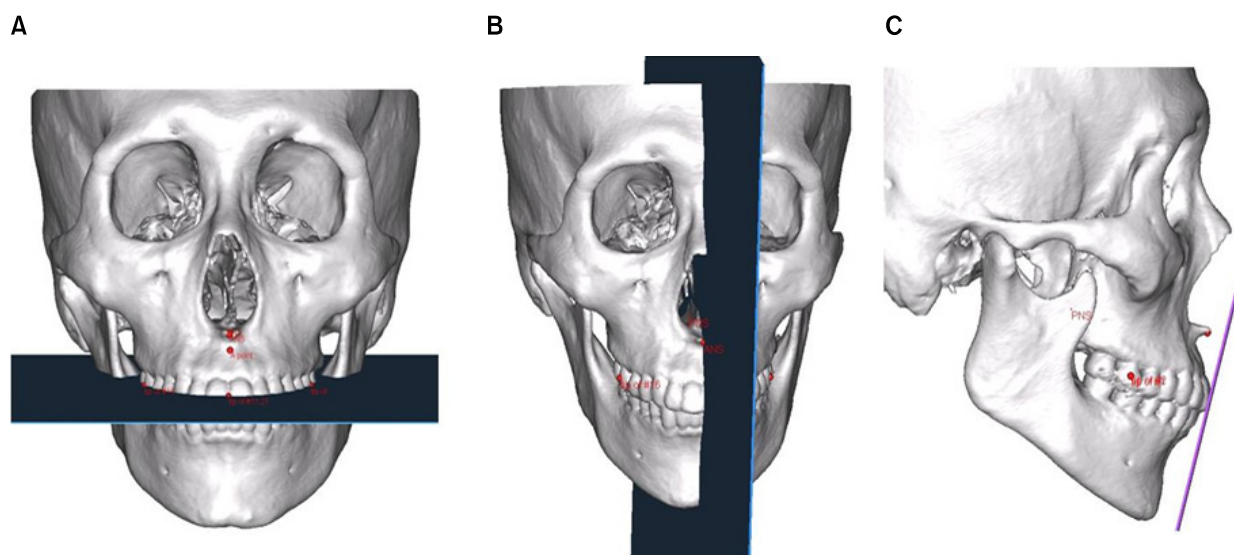


Fig 1. Three-dimensional coordinate system. **A**, Maxillary occlusal plane (XY plane) is the plane passing the FA point of #16, 26 and the center of #11, 21 FA point; **B**, midpalatal plane (YZ plane) is the plane passing ANS and PNS perpendicular to the maxillary occlusal plane; **C**, frontal plane (ZX plane) is the plane passing the center of #11, 21 FA point perpendicular to the maxillary occlusal plane and midpalatal plane.

plane)을 설정하였고, 여기에 수직하고 ANS와 PNS를 지나는 평면을 정중구개평면(YZ plane)으로 설정하였다. 상악의 교합평면과 정중구개평면에 수직하며 #11, 21의 FA point의 중점을 지나는 평면을 전두평면(XZ plane)으로 설정하였다 (Fig 1). 실험 대상의 좌측, 후방, 상방이 X축, Y축, Z축의 양의 값을 나타낸다.

기준점

치열궁

상하악치열궁의 형태를 형성하기 위해 각 치아의 FA point에 계측점을 지정하였으며 3차원 입체영상에서 계측점을 지정한 뒤 정확한 계측을 위하여 횡단면, 종단면, 정면의 2차원 단면에서 그 위치를 확인하였다 (Fig 2).

기저골

3차원으로 형성된 악골을 A point와 B point에서 상악 교합평면(XY plane)과 평행하게 수평적으로 절단하고, 상악중절치의 FA point중점, 상악견치, 상악 제1대구치의 FA point에서 정중구개평면(YZ plane)에 평행하게 절단하였다. 또한 #17과 #27의 경우에는 FA point에서 정중구개평면에 평행하게 절단하는 경우 제2대구치 부위의 기저골을 대표할 수 없었기 때문에, 상악 제2대구치의 FA point를 지나며 XY평면에 수직하도록 절단하여 상하악골의 후방한계점으로 설정하였다. 각 절단면들이 상·하악 기저골의 골연과 만나는 7개의 계측점을 지정하여 기저골의 형태를 관찰하기로 하였다 (Fig 2).

치관과 치근의 중심

치관의 중심점은 절치부에서는 절단면 중앙부위로 정하였고, 견치에서는 교두점으로 정하였으며

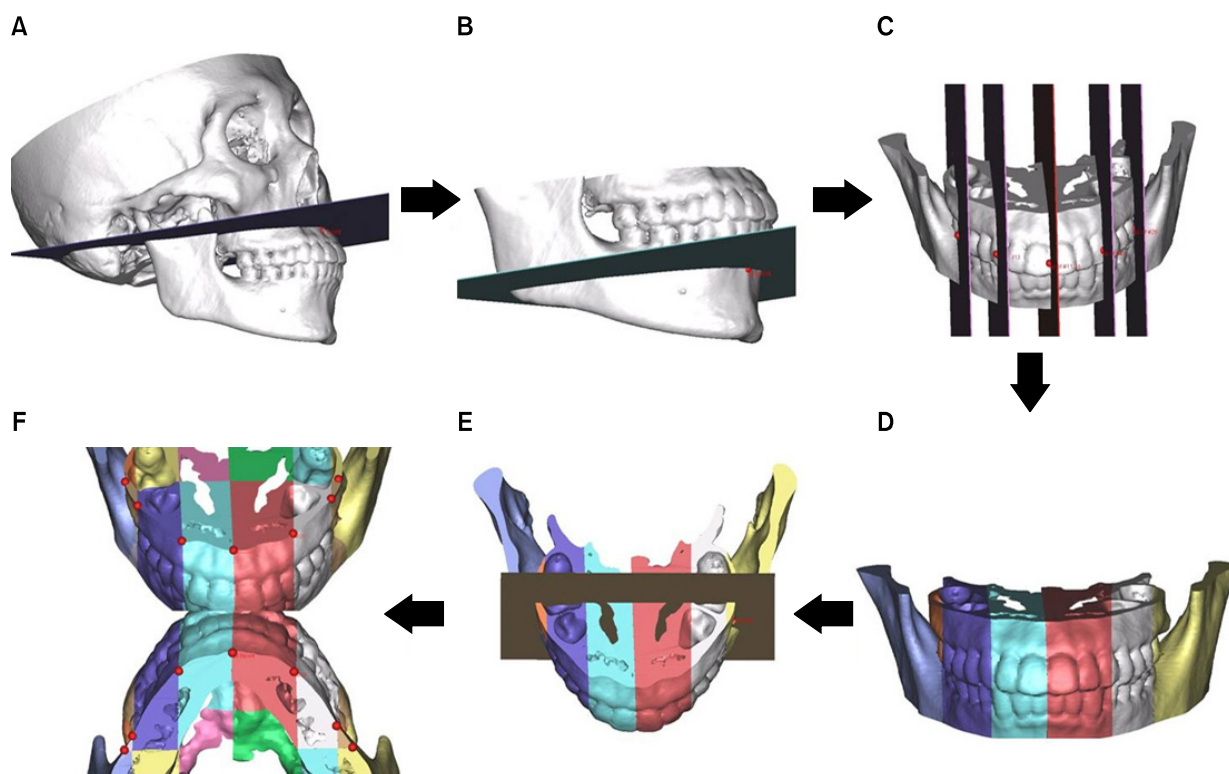


Fig 2. Basal bone. **A**, A plane passing through A point parallel to XY plane; **B**, a plane passing through B point parallel to XY plane; **C**, five planes passing through the FA points of #16, #13, center of #11 and 21, #23, and #26 parallel to YZ plane; **D**, segmentation of 3D object; **E**, a plane passing through the FA points of #17, #27 perpendicular to XY plane; **F**, point on the basal bone arch (#17, #16, #13, A point, #23, #26, #27 area).

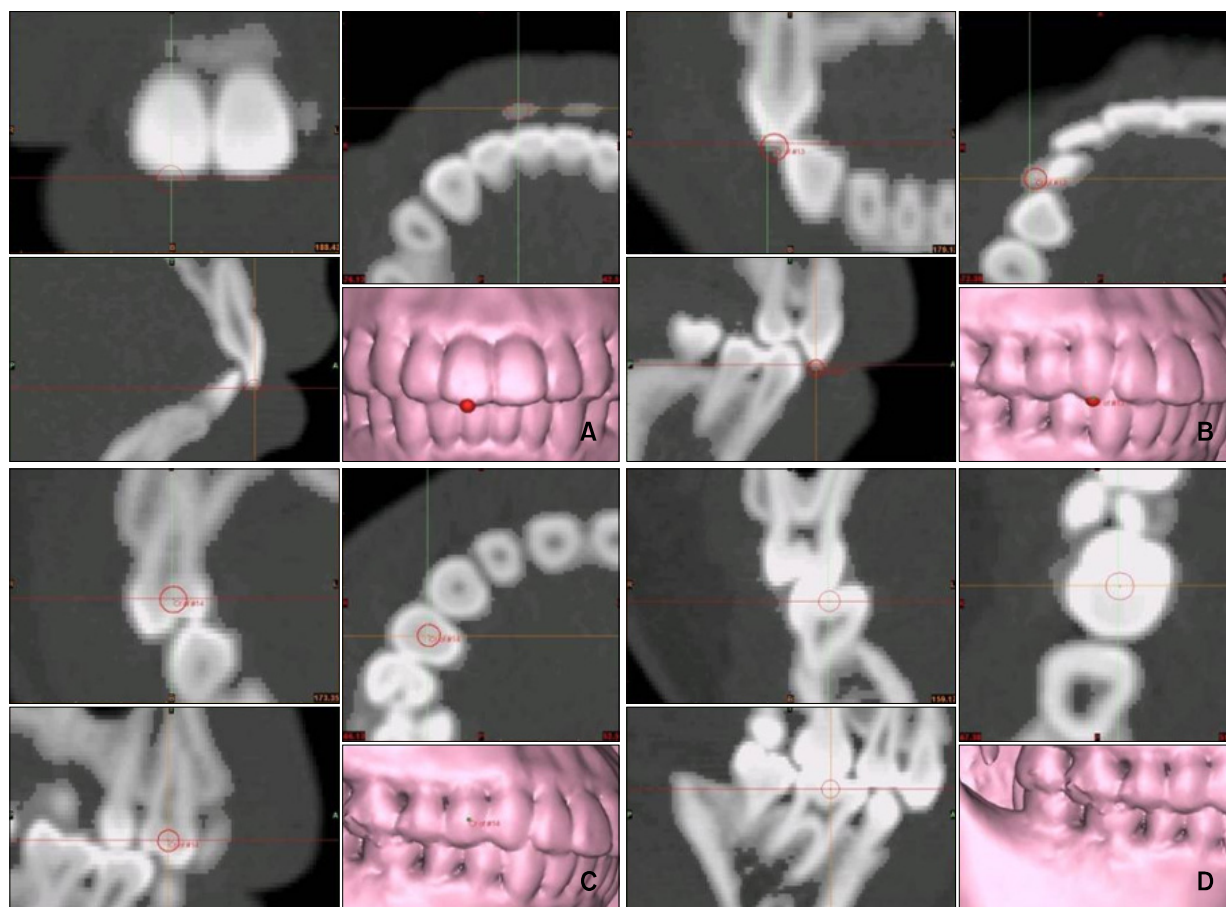


Fig 3. Crown center. **A**, Crown center of the incisor shown as the midpoint of the incisal edge; **B**, crown center of the canine shown as the cusp tip of the canine; **C**, and **D**, crown center of premolar and molar, respectively, shown as the midpoint of the crown at the proximal contact point level.

소구치나 대구치는 치아의 가장 풍만한 부위인 인접면 접촉높이에서 협설과 근원심의 중심점으로 정하였다. 3차원 입체영상에서 계측점을 지정한 후 정확한 계측을 위하여 2차원의 수평면상에서 그 위치를 확인하였다 (Fig 3).

치근의 중심점은 단근치의 경우 치근첨으로 정하였으며 다근치의 경우에는 치근단부 1/3하방에서 만곡이 심하기 때문에, 치근의 치근단 1/3높이에서 협설측과 근원심의 중점으로 정했다 (Fig 4).

다항함수를 이용한 그래프 설정

각 기준점을 3차원 좌표계로 나타냈으며, 상악과 하악의 기저골, 치열궁, 치관의 중심, 치근의 중심이 이루는 (X, Y)좌표를 이용하여 그래프를 제작하였다. 여기에는 Microsoft office Excel 2007 program을 이용하

였으며, 각 점들과 가장 잘 맞는(best-fit) 다항함수로 계산하여 그래프를 제작하였다.

통계처리

Windows용 SPSS 12.0 (SPSS Inc., Chicago, IL, USA)을 이용하였다. 좌우의 차이에 대한 유의성을 검증하기 위해 paired *t*-test, 남녀의 유의성을 검증하기 위해 Mann-Whitney U test를 시행하였다. 또한 상악 교합평면에 대한 상악과 하악의 기저골의 관계를 비교하기 위하여 기저골의 골연과 절단면이 만나는 점에서 상하악의 y좌표를 비교하기 위한 paired *t*-test를 시행하였다.

연구와 계측의 신뢰성을 위해 오차분석을 시행하였다. 단일 계측자에 의한 오류를 검정하기 위해 5명을 무작위로 선별하여 1주일 후 재측정하여 계통

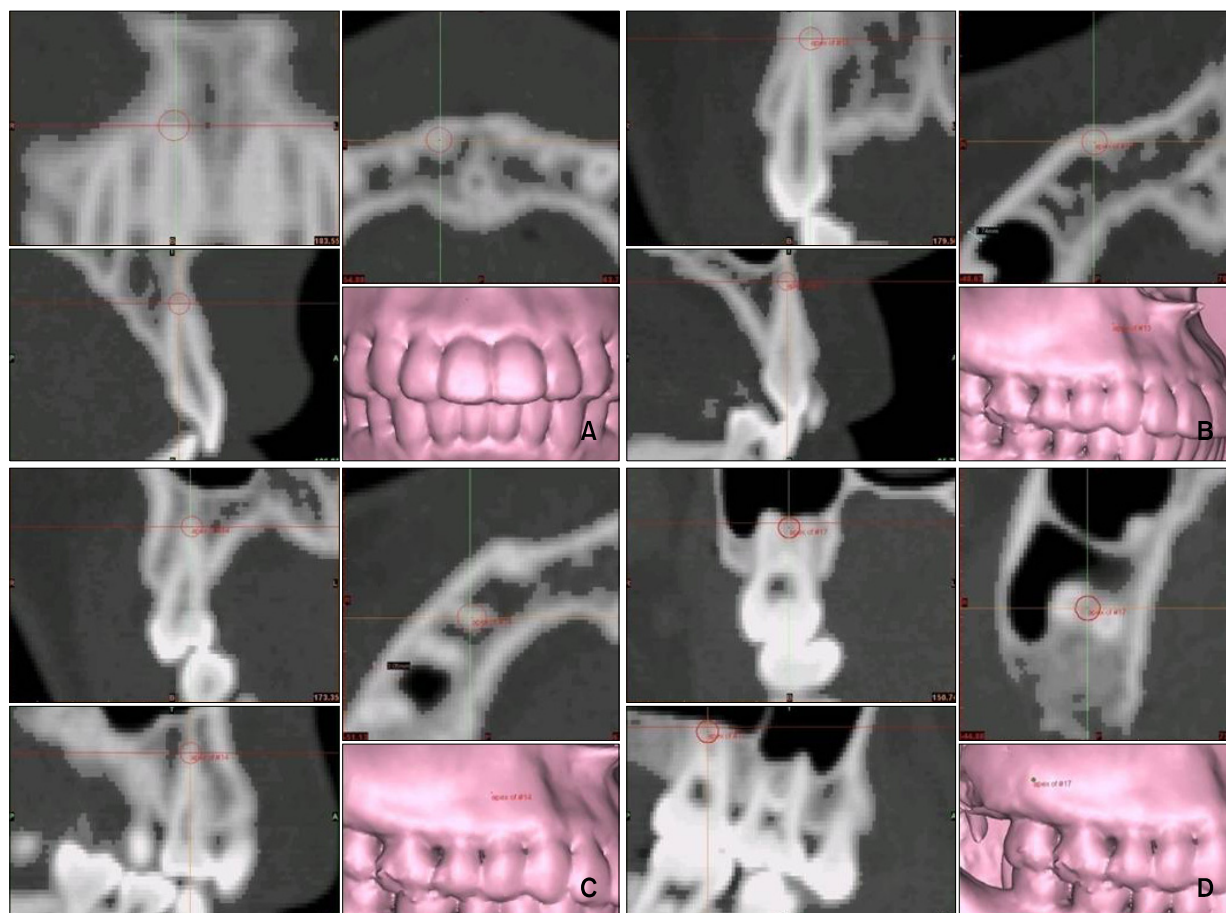


Fig 4. Root center. **A, B, C,** The root apex for single-rooted teeth; **D,** the midpoint of the apical third of the root in three cross-sectional images for multiple-rooted teeth.

Table 2. Comparison of basal bone between right and left sides (unit: mm)

Position	X-coordinate		Significance	Y-coordinate		Significance
	Right	Left		Right	Left	
U7	-34.43 ± 1.87	34.15 ± 1.98	NS	42.52 ± 3.61	42.76 ± 3.84	NS
U6	-29.95 ± 2.04	30.32 ± 1.95	NS	27.81 ± 2.90	27.87 ± 3.11	NS
U3	-19.62 ± 1.47	19.63 ± 0.92	NS	18.95 ± 2.80	18.73 ± 3.06	NS
L7	-41.29 ± 3.33	41.5 ± 2.96	NS	42.42 ± 2.65	42.63 ± 3.00	NS
L6	-29.94 ± 2.04	30.32 ± 1.95	NS	27.86 ± 2.64	28.02 ± 3.52	NS
L3	-19.63 ± 1.47	19.64 ± 0.92	NS	16.50 ± 2.91	16.55 ± 3.71	NS

U7, Upper 2nd molar; U6, upper 1st molar; U3, upper canine; L7, lower second molar; L6, lower first molar; L3, lower canine; NS, not significant. Data shown is a comparison of absolute values.

오차와 계측 오차를 측정하였고, paired *t*-test결과 2번의 계측 사이에 유의한 차이가 없었으며, Dahlberg's formula로 계산한 평균 오차는 0.77 mm였다.

연구성적

기저골의 형태와 치열궁의 형태의 좌우 비교에

Table 3. Comparison of dental arch between right and left sides (unit: mm)

Position	X-coordinate		Significance	Y-coordinate		Significance
	Right	Left		Right	Left	
U7	-32.45 ± 2.05	32.23 ± 1.60	NS	42.09 ± 2.50	42.35 ± 2.82	NS
U6	-29.95 ± 2.04	30.33 ± 1.95	NS	31.66 ± 1.97	31.95 ± 2.51	NS
U3	-19.62 ± 1.47	19.64 ± 0.92	NS	8.73 ± 1.06	8.65 ± 1.50	NS
L7	-31.33 ± 2.46	30.86 ± 1.54	NS	40.74 ± 2.76	41.51 ± 3.30	NS
L6	-28.02 ± 1.86	28.02 ± 1.47	NS	29.49 ± 2.10	29.94 ± 2.71	NS
L3	-15.45 ± 1.34	15.36 ± 1.03	NS	7.36 ± 1.27	7.47 ± 1.56	NS

U7, Upper 2nd molar; U6, upper 1st molar; U3, upper canine; L7, lower second molar; L6, lower first molar; L3, lower canine; NS, not significant. Data shown is a comparison of absolute values.

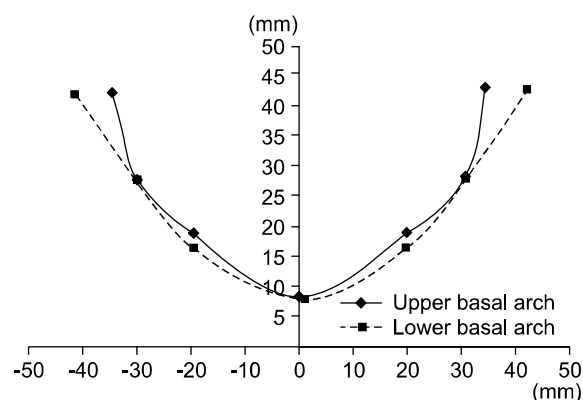
Table 4. Relationship between upper basal bone and lower basal bone (unit: mm)

Position	Upper basal bone Y-coordinate	Lower basal bone Y-coordinate	Significance
Right 1st molar area	27.81 ± 2.90	27.86 ± 2.64	NS
Right canine area	18.95 ± 2.80	16.50 ± 2.91	†
A point and B point	8.44 ± 1.92	7.92 ± 3.07	NS
Left canine area	18.73 ± 3.06	16.55 ± 3.71	*
Left 1st molar area	27.87 ± 3.11	28.03 ± 3.52	NS
Right 2nd molar area	-34.44 ± 1.87	-41.29 ± 3.33	†
Left 2nd molar area	34.15 ± 1.98	41.59 ± 2.93	†

NS, Not significant. * $p < 0.01$; † $p < 0.001$. Data shown is a comparison of absolute values.

있어서 통계학적으로 유의한 차이가 없었다 (Tables 2 and 3). 또한 남녀의 비교에 있어서는 기저골 형태에서 상악 좌측 제2대구치의 X좌표(남: 34.84 ± 0.99 , 여: 33.28 ± 2.57), 상악 우측 제2대구치의 X좌표(남: 35.24 ± 1.56 , 여: 33.44 ± 1.80), 하악 좌측 제2대구치의 X좌표(남: 42.22 ± 3.13 , 여: 40.02 ± 3.34)에서 남자가 더 크게 나타났다. 또한 치열궁 형태에서는 상악 좌측 제2대구치 부위의 X좌표(남: 32.88 ± 1.00 , 여: 31.42 ± 1.86)와 하악 좌측 제2대구치 부위의 X좌표(남: 31.47 ± 1.18 , 여: 30.10 ± 1.63)에서 남자가 더 큰 것을 제외하고는 남녀 간에 유의한 차이가 없었다.

상하악의 기저골의 형태 분석에서는, XY 평면을 기준으로 볼 때 A point와 B point에서의 Y좌표는 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않았고, 마찬가지로 좌우 제1대구치 부위에서도 상·하악의 기저골의 Y좌표에서 유의한 차이가 없었다 (Table 4). 상하악기

**Fig 5.** Upper and lower basal bone form.

저골의 형태를 중첩하였을 때, 상악기저골의 형태는 견치부위에서 concave하며 하악기저골에 의해 둘러싸여 있었다. 견치 후방으로 갈수록 하악에 비해 상악이 급격히 좁아지는 것으로 나타났다 (Fig 5).

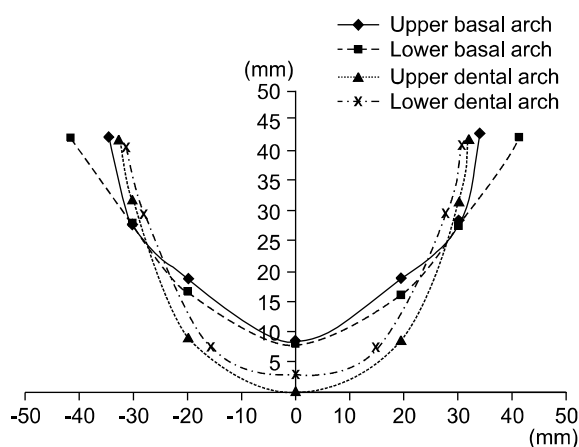


Fig 6. Basal arch form and dental arch form.

상하악치열궁의 형태를 비교하였을 때, 상악치열궁은 하악치열궁을 감싸는 형태였으며, 상악기저골과 치열궁을 비교하였을 때, #16,26 치아의 전방까지는 치열궁이 기저골보다 외측에 위치하며 견치부 위에서 그 차이가 가장 컸다. 또한 제1대구치의 전방부위에서 형태가 교차되어 역전되는 양상을 보였다. 하악에서의 기저골과 치열궁을 비교하였을 때에는 상악보다 형태가 교차되는 부위가 전방에 위치하며 대구치로 갈수록 기저골의 형태가 넓어지는 양상을 보였다 (Fig 6).

상하악기저골에 대한 상하악 치아의 치관과 치근의 중심을 분석하면, 각각의 평균적인 위치는 Tables 5, 6과 같이 나타났으며, 좌우를 비교하였을 때 유의한 차이가 발견되지 않았다. 상하악치관의 중심은 제1소구치 전방에서는 기저골의 외측에 위

Table 5. Comparison of crown and root position between right and left sides (maxillary teeth, unit: mm)

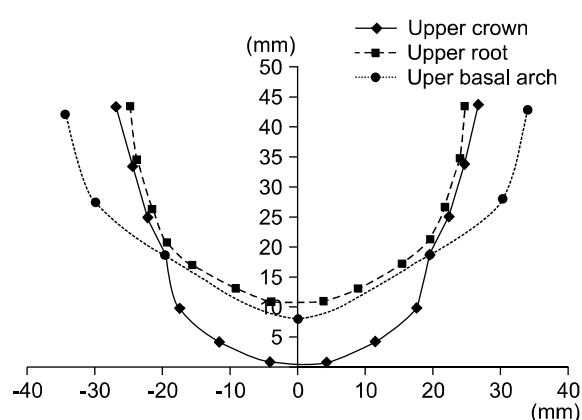
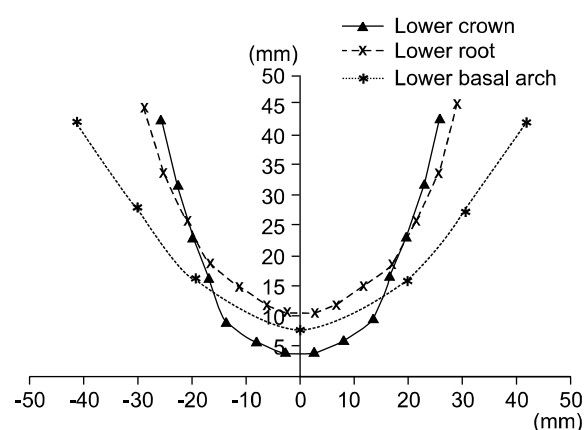
Position		Crown center		Significance	Root center		Significance
		Right	Left		Right	Left	
U7	X-coordinate	-26.95 ± 1.92	26.78 ± 1.59	NS	-24.89 ± 2.11	24.69 ± 2.20	NS
	Y-coordinate	43.26 ± 2.61	43.41 ± 2.83	NS	43.09 ± 2.51	43.48 ± 2.81	NS
	Z-coordinate	-0.59 ± 1.58	-0.62 ± 1.15	NS	10.51 ± 2.14	10.89 ± 1.93	NS
U6	X-coordinate	-24.39 ± 1.98	24.63 ± 1.57	NS	-23.87 ± 1.80	23.94 ± 1.68	NS
	Y-coordinate	33.35 ± 1.93	33.58 ± 2.22	NS	34.37 ± 2.14	34.68 ± 2.26	NS
	Z-coordinate	-1.94 ± 1.02	-1.56 ± 0.76	NS	10.34 ± 1.95	10.45 ± 1.83	NS
U5	X-coordinate	22.21 ± 1.71	22.49 ± 1.24	NS	-21.48 ± 1.54	21.62 ± 1.39	NS
	Y-coordinate	-24.80 ± 1.61	24.89 ± 1.86	NS	26.27 ± 2.03	26.53 ± 2.15	NS
	Z-coordinate	-2.30 ± 1.13	-2.01 ± 0.80	NS	12.11 ± 2.14	12.37 ± 2.13	NS
U4	X-coordinate	19.45 ± 1.48	19.55 ± 1.05	NS	-19.47 ± 1.28	19.51 ± 1.32	NS
	Y-coordinate	-18.18 ± 1.22	18.21 ± 1.71	NS	20.86 ± 1.71	21.13 ± 2.09	NS
	Z-coordinate	-2.09 ± 0.96	-2.14 ± 0.85	NS	11.49 ± 2.50	11.87 ± 2.31	NS
U3	X-coordinate	-17.48 ± 1.55	17.43 ± 0.97	NS	-15.63 ± 1.35	15.33 ± 1.44	NS
	Y-coordinate	9.71 ± 1.16	10.01 ± 1.63	NS	16.85 ± 2.03	16.96 ± 2.29	NS
	Z-coordinate	-4.30 ± 1.15	-4.20 ± 1.28	NS	16.08 ± 2.72	16.42 ± 2.68	NS
U2	X-coordinate	-11.57 ± 0.92	11.57 ± 0.74	NS	-9.11 ± 0.84	8.75 ± 0.89	NS
	Y-coordinate	4.20 ± 0.77	4.41 ± 0.88	NS	13.05 ± 2.05	13.03 ± 2.21	NS
	Z-coordinate	-4.01 ± 1.03	-4.20 ± 1.28	NS	12.89 ± 1.82	12.90 ± 1.67	NS
U1	X-coordinate	-4.24 ± 0.76	4.27 ± 0.70	NS	-3.98 ± 0.77	3.66 ± 0.56	NS
	Y-coordinate	0.97 ± 0.55	0.85 ± 0.47	NS	10.92 ± 2.08	10.93 ± 2.11	NS
	Z-coordinate	-4.61 ± 1.03	-4.51 ± 1.10	NS	13.24 ± 1.95	13.14 ± 1.79	NS

NS, Not significant. U7, U6, U5, U4, U3, U2, and U1 indicates upper 2nd molar, 1st molar, 2nd premolar, 1st premolar, canine, lateral incisor, and central incisor, respectively. Data shown is a comparison of absolute values.

Table 6. Comparison of crown and root position between right and left sides (mandibular teeth, unit: mm)

Position		Crown center		Significance	Root center		Significance
		Right	Left		Right	Left	
L7	X-coordinate	-25.78 ± 1.83	25.76 ± 1.43	NS	29.05 ± 1.94	29.27 ± 1.57	NS
	Y-coordinate	42.51 ± 2.75	42.88 ± 3.13	NS	44.56 ± 3.33	45.06 ± 3.52	NS
	Z-coordinate	-6.90 ± 1.57	-6.74 ± 1.37	NS	-16.83 ± 2.39	-16.36 ± 2.07	NS
L6	X-coordinate	-22.62 ± 1.91	22.86 ± 1.32	NS	25.53 ± 1.87	25.62 ± 1.34	NS
	Y-coordinate	31.60 ± 2.35	31.90 ± 2.62	NS	33.59 ± 3.18	33.66 ± 3.24	NS
	Z-coordinate	-7.27 ± 1.64	-6.61 ± 3.27	NS	-16.66 ± 7.96	-17.51 ± 2.06	NS
L5	X-coordinate	-19.68 ± 1.56	19.67 ± 1.21	NS	21.19 ± 1.88	21.46 ± 1.34	NS
	Y-coordinate	22.85 ± 1.97	23.15 ± 2.34	NS	25.45 ± 3.12	25.77 ± 3.53	NS
	Z-coordinate	-7.39 ± 1.59	-7.05 ± 1.75	NS	-21.56 ± 3.45	-21.49 ± 3.08	NS
L4	X-coordinate	-16.86 ± 1.53	16.73 ± 1.15	NS	16.85 ± 1.56	17.08 ± 1.40	NS
	Y-coordinate	16.01 ± 1.72	14.41 ± 2.07	NS	18.49 ± 2.77	18.48 ± 2.85	NS
	Z-coordinate	-6.81 ± 1.79	-7.15 ± 1.69	NS	-21.53 ± 3.39	-21.51 ± 3.21	NS
L3	X-coordinate	-13.62 ± 1.44	13.40 ± 0.95	NS	11.38 ± 1.48	11.65 ± 1.61	NS
	Y-coordinate	8.96 ± 1.31	9.37 ± 1.71	NS	14.60 ± 3.15	14.66 ± 3.20	NS
	Z-coordinate	-4.10 ± 1.34	-4.17 ± 1.24	NS	-23.91 ± 3.79	-23.89 ± 3.74	NS
L2	X-coordinate	-8.02 ± 1.12	8.10 ± 0.95	NS	6.24 ± 1.29	6.49 ± 1.33	NS
	Y-coordinate	5.51 ± 1.41	5.83 ± 1.43	NS	11.51 ± 2.87	11.57 ± 3.08	NS
	Z-coordinate	-4.37 ± 1.68	-4.17 ± 1.28	NS	-20.40 ± 3.33	-20.53 ± 3.18	NS
L1	X-coordinate	-2.61 ± 1.04	2.77 ± 1.01	NS	2.39 ± 1.15	2.57 ± 1.07	NS
	Y-coordinate	3.87 ± 0.91	3.95 ± 0.92	NS	10.22 ± 2.82	10.24 ± 2.99	NS
	Z-coordinate	-4.47 ± 1.51	-4.46 ± 1.44	NS	-19.54 ± 3.10	-19.68 ± 2.93	NS

NS, Not significant. L7, L6, L5, L4, L3, L2, and L1 indicates lower 2nd molar, 1st molar, 2nd premolar, 1st premolar, canine, lateral incisor, and central incisor, respectively. Data shown is a comparison of absolute values.

**Fig 7.** Upper basal arch, crown center and root center.**Fig 8.** Lower basal arch, crown center and root center.

치하였으나 후방부에서는 기저골의 내측에 위치하였고, 상하악치근의 중심은 기저골의 외형과 유사한 형태를 보인다. 치관과의 관계를 볼 때 상악 전치부의 순측 경사가 구치부보다 큰 것을 알 수 있으며, 하악의 구치는 상악과는 반대로 치관의 중심이 치근의 중심보다 설측에 존재하여 설측경사된 것을 알 수 있다 (Figs 7 and 8).

고찰

교정치료의 중요한 목적은 악안면의 기능과 심미성을 회복하고 그 결과를 안정적으로 유지하는 것이다. 상하악골 간의 관계와 악골과 치아와의 관계 등에 관심을 가지고 많은 연구가 진행되었으며, Nasion을 기준으로 A point, B point 및 상하악 전치의 관계를 평가한 Steiner¹⁹ 분석법은 상하악골의 관계를 평가하는데 주요한 지표로서 적용되고 있다. 또한 Jacobson²⁰은 교합평면을 기준으로 상하악골의 전후방적인 관계를 평가한 바 있다.

Chan²¹은 인종 간에 두개안면 골격패턴에 차이가 있음을 보고하였으며, 치열궁의 모양은 기본적으로 기저골 형태에 의해서 지배를 받지만 기저골은 교정을 통한 치아 이동에 영향을 받지 않기 때문에 만약 치아가 기저골과 조화를 이룰 수 있는 범위를 넘어서까지 이동하게 된다면 치주 질환이나 안정성이 없는 치료결과를 초래하게 될 것이다.

치조골의 기저 부위에 대한 정의는 아직 문헌상 확실하게 결정되지 않았다. 기저골을 의미하는 단어들은 apical bone, basal bone, basal arch와 supporting bone 등이 있으나 해부학적인 용어가 아니며 이것들은 오직 치의학 분야에서만 사용되고 있다. A point와 B point는 기저골을 설명하는 대표적인 계측점으로서 측모 두부 방사선사진상에서 상하악골의 외형상 가장 concave하게 들어간 점을 의미하며 기저골의 형태를 나타내는 지표로서 사용되었다. 본 연구에서도 A point와 B point를 기준점으로 정하였으며 치근의 수직적 위치에 준하여 계측을 시행하였다. 하지만 1개의 평면을 기준으로 기저골의 전체를 평가할 수 없으며 각 치아의 치근의 길이가 모두 다르므로 개개 치아의 치근점의 위치에 가장 근접한 평면을 기준평면으로 정하는 것이 합당하다고 생각되며, 상악의 교합평면을 기준으로 평행하게 절단하여 개개치아의 치근점의 위치를 파악해본 결과 견치를 제외하고 3 mm 이내의 부위에 각 치아의 치근이 위치하였다.

치열궁의 형태를 측정하는 방법과 표현하는 방식은 다양하다. 석고모형을 이용하여 치열궁의 형태를 측정하는 방법²²이 대부분이었으며 석고 모형을 교합기에 장착하여 3차원적으로 연구²³하거나 레이저 스캐너를 사용²⁴하기도 하였다. 연구 초기에는 치열궁의 형태를 U형, V형, O형, 말발굽형으로 표현하여 형태적 특징을 파악하였으며, 최근에는 컴퓨터를 사용하여 다항 등식의 곡선²⁵이나 지수함수의 곡선²⁶ 등 수학적으로 치열궁을 설명하고 있다. 또한 치료 전후의 치열궁의 변화에 대하여서도 많은 연구가 진행되었다.²⁷⁻³⁰ 치열궁의 형태를 측정할 때 사용하는 기준점은 절단면, 교두점, 치아들의 접촉점, 치관 중심, FA point 등이 사용되고 있다. 본 연구에서는 브라켓이 위치하는 부위로서 이상적인 치열궁의 형태를 파악하기 위한 FA point를 사용하였다. 또한 각 치아의 실제의 치축을 계측하기 위해 각 치아마다 치관의 중심과 치근의 중심을 계측하였으며, 3차원 입체영상에서 계측점을 지정한 뒤 정확한 계측을 위해 횡단면, 종단면, 정면의 2차원 단면에서 그 위치를 확인하였다. 모든 계측치에서 좌우의 유의한 차이는 없었으며, 제2대구치 부위를 제외하고는 남녀에 있어서도 유의한 차이가 나타나지 않았다.

상악과 하악의 기저골의 형태를 XY 평면을 기준으로 볼 때 A point와 B point의 좌표는 일치하였다. Jacobson²⁰은 측모 두부 방사선사진상에서 교합평면에 대한 상하악골의 관계를 연구한 결과 A point와 B point는 서로 일치한다고 밝힌바가 있는데 본 연구의 결과와 일치하는 것으로 생각된다. 상악기저골의 형태는 견치부위에서 concave하며 하악기저골에 의해 둘러싸여지는 크기이며, 상악 제2대구치 부위의 폭경과 상악견치의 폭경이 하악에 비해 좁았다. 하지만 상하악 제1대구치 부위에서 기저골의 좌표를 비교하였을 때 통계학적으로 유의한 차이가 없다는 것을 발견하였다.

상악의 기저골과 상악치아의 치근의 중심점과 치관의 중심점을 중첩해보면 제1소구치 부위에서 세 구조물의 형태가 가장 근접하며 전치부에서는 치아들의 순측 경사로 치관의 중심점이 상악의 기저골보다 순협측에 위치하고, 치근의 중심점은 상악의 기저골의 외형에 준하여 구개측에 위치하는 것이 관찰되었다. 하악의 기저골과 하악치아의 치근의 중심점과 치관의 중심점을 중첩해보면 구치부위에서는 하악기저골에 대해 내측으로 치아가 위치하였고, 전치부에서는 치아들의 순측 경사로 치관의

중심점의 하악의 기저골보다 순협측에 존재하였다.

이번 연구에서는 정상 교합자들의 치열궁과 기저골의 관계를 횡적으로 파악하였으며, 상하악의 기저골이 A point와 B point, 좌우 제1대구치부위에서 교차하는 형태를 보이는 것을 알 수 있었으며, 이것이 안정적인 상하악관계와 관련 있다고 생각된다. 하지만 이번 연구는 상하악의 기저골을 중첩하여 수평적이고 횡적인 관계는 파악할 수 있었으나 수직적인 관계는 파악하지 못했다는 한계점이 있다. 하지만 이런 방법을 통해, 상하악골이 부적절한 관계를 가지거나 치성 보상이 심한 환자에 있어서 기저골과 치아의 관계에 대해 3차원적인 진단정보를 얻을 수 있을 것으로 보인다. 추후 비대칭이나 심한 악골 부조화를 갖는 대상에 대하여 추가적인 비교 연구가 필요할 것으로 생각된다. 또한 전치부에 crowding이 있거나 두개저에 대해 교합평면의 경사(pitching), 회전(rolling), 편주(yawing)가 있는 경우에도 폭넓게 적용할 수 있는 방법이 고안되어야 할 것이다.

결론

정상교합자 27명을 대상으로 두개골의 전산화 단층촬영을 시행한 후 상하악기저골과 치열을 횡적, 수직적, 전후방적으로 비교분석하였다. 상하악기저골의 형태를 비교해 본 결과 A point, B point 부위와 양측 제1대구치 부위의 X, Y 좌표에서 통계학적으로 유의한 차이를 보이지 않았다. 또한 상하악의 치열궁은 기저골악궁에 비해 전치부에서 순측으로 위치하며 상악은 대구치부위에서, 하악은 소구치부위에서 협설측이 교차된다.

상하악치관의 중심은 제1소구치 전방에서는 기저골의 외측에 위치하였으나, 후방부에서는 기저골의 내측에 위치하였다. 상하악 치근의 중심은 기저골의 외형과 유사한 형태를 보인다.

참고문헌

1. Proffit WR, Fields HW, Sarver DM. Contemporary orthodontics. 4th ed. St Louis: Mosby; 2007. p. 3-23.
2. Proffit WR. Muscle pressures and tooth position: North American whites and Australian aborigines. Angle Orthod 1975;45:1-11.
3. Tweed CH. The Frankfort-mandibular plane angle in orthodontic diagnosis, classification, treatment planning, and prognosis. Am J Orthod Oral Surg 1946;32:175-230.
4. Lundström AF. Malocclusion of the teeth regarded as a problem in connection with the apical base. Int J Orthod Oral Surg Radiogr 1925;11:1022-42.
5. Betts NJ, Vanarsdall RL, Barber HD, Higgins-Barber K, Fonseca RJ. Diagnosis and treatment of transverse maxillary deficiency. Int J Adult Orthodon Orthognath Surg 1995;10:75-96.
6. Strang RH. The fallacy of denture expansion as a treatment procedure. Angle Orthod 1949;19:12-22.
7. Tweed CH. A philosophy of orthodontic treatment. Am J Orthod Oral Surg 1945;31:74-103.
8. Serogl HG, Kerr WJ, McColl JH. A method of measuring the apical base. Eur J Orthod 1996;18:479-83.
9. Ahn HS, Cha KS. A study on maxillary basal bone morphology in skeletal Class III malocclusion requiring orthognathic surgery. Korean J Orthod 1995;25:577-85.
10. Ko SD, Cha KS. A study on the labial & buccal surface contour in Korean permanent teeth using three-dimensional laser scanning. Korean J Orthod 2002;32:275-91.
11. Park HC, Lee JW. Study of horizontal skeletal pattern and dental arch in skeletal Class III malocclusion patients. Korean J Orthod 2008;38:358-70.
12. Baumrind S, Frantz RC. The reliability of head film measurements. 1. Landmark identification. Am J Orthod 1971;60:111-27.
13. Bergersen EO. Enlargement and distortion in cephalometric radiography: compensation tables for linear measurements. Angle Orthod 1980;50:230-44.
14. Jeon KJ, Park H, Lee HC, Kim KD, Park CS. Reproducibilities of cephalometric measurements of three-dimensional CT images reconstructed in the personal computer. Korean J Oral Maxillofac Radiol 2003;33:171-8.
15. Cavalcanti MG, Haller JW, Vannier MW. Three-dimensional computed tomography landmark measurement in craniofacial surgical planning: experimental validation in vitro. J Oral Maxillofac Surg 1999;57:690-4.
16. Lee SK, Kwon OW, Sung JH. A study on the dental arch characteristics of bialveolar protrusion patients using a three-dimensional digital model. Korean J Orthod 2006;36:45-54.
17. Kim NR, Kim YI, Park SB, Hwang DS. Three dimensional cone-beam CT study of upper airway change after mandibular setback surgery for skeletal Class III malocclusion patients. Korean J Orthod 2010;40:145-55.
18. Kim KD, Ruprecht A, Wang G, Lee JB, Dawson DV, Vannier MW. Accuracy of facial soft tissue thickness measurements in personal computer-based multiplanar reconstructed computed tomographic images. Forensic Sci Int 2005;155:28-34.
19. Steiner CC. Cephalometrics for you and me. Am J Orthod 1953;39:729-55.
20. Jacobson A. The "Wits" appraisal of jaw disharmony. Am J Orthod 1975;67:125-38.
21. Chan GK. A cephalometric appraisal of the Chinese (Cantonese). Am J Orthod 1972;61:279-85.
22. Yang HB. A study on the dental arch characteristic for bracket positioning of bicuspid extraction cases (thesis). Cheonan: Dankook University; 1996.
23. Yim JB. Three dimensional analysis of the dental arches in Korean adult with normal occlusion (thesis). Cheonan:

- Dankook University; 1999.
24. Lee DS. Three dimensional analysis of dental arch and basal structure in Korean adult with angle III malocclusion (thesis). Cheonan: Dankook University; 1999.
 25. Biggerstaff RH. Three variations in dental arch form estimated by a quadratic equation. J Dent Res 1972;51:1509.
 26. Pepe SH. Polynomial and catenary curve fits to human dental arches. J Dent Res 1975;54:1124-32.
 27. Han H. A study of the variances in pre- and post-treatment dental arch shapes in extraction and non-extraction cases (thesis). Cheonan: Dankook University; 1990.
 28. Lim KH. A study of dental arch shape and dimensional change in Class II division 1 malocclusion treatment (thesis). Cheonan: Dankook University; 1997.
 29. Lee DJ. Study on the arch form of normal occlusion after orthodontic treatment (thesis). Cheonan: Dankook University; 2002.
 30. Shin MR. A study on the pre- and post dental arch shape changes in sectional and continuous arch technique (thesis). Cheonan: Dankook University; 1995.

Three dimensional structural analysis between dental arch and basal bone in normal occlusion

Jee-Tae Kim, DDS, MSD, PhD,^a Jin-Woo Lee, DDS, MSD, PhD^b

Objective: The purpose of this study was to analyze the dental and basal arch forms in patients with normal occlusion using the computed tomography (CT) imaging method. **Methods:** CT images were taken from 27 normal occlusion subjects (male, 15; female, 12) and these images were reconstructed into three-dimensional models. A 3D-coordinate system was formed by setting the middle of the facial axis (FA) point of the maxillary central incisors as the origin. The morphology of the maxilla and mandibular dental and basal arches were analyzed by sectioning parallel to the maxillary occlusal plane. **Results:** There was no significant difference between A point and B point and between the maxillary 1st molars in both sides of the maxillary and mandibular basal bone. The dental arch was located more labially than the basal arch in the anterior portion. The bucco-lingual crossover of the dental arch and basal arch was formed at the molar region in the maxilla, and at the premolar region in the mandible. **Conclusions:** This study will help provide three-dimensional diagnostic information about the relationship between basal and dental arches in patients who have severe dental compensation and inappropriate jaw relationships. (*Korean J Orthod* 2011;41(4):224-236)

Key words: Dental arch, Basal arch, CT

^aGraduate Student, ^bProfessor, Department of Orthodontics, Dankook University Dental Hospital.

Corresponding author: **Jin-Woo Lee.**

Department of Orthodontics, Dankook University Dental Hospital, San 7-1 Sinbu-dong, Cheonan 330-716, Korea.

+82 41 550 1945; e-mail, dong-guriguri@hanmail.net.

Received September 21, 2009; Last Revision January 25, 2011; Accepted January 26, 2011.